

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. März 2004 (25.03.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/025145 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F16J 1/16

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002928

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. September 2003 (03.09.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 41 465.3 6. September 2002 (06.09.2002) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): FEDERAL-MOGUL WIESBADEN GMBH

& CO. KG [DE/DE]; Stielstrasse 11, 65201 Wiesbaden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): ANDLER, Gerd [DE/DE]; Königsberger Strasse 18, 65307 Bad Schwalbach (DE). WILHELM, Malik [DE/DE]; Hochheimer Strasse 23, 65468 Trebur (DE). DENGLER, Andreas [DE/DE]; Aarblick 25, 65307 Bad Schwalbach (DE). WEIL, Gerhard [DE/DE]; Langgasse 76, 65597 Hünfelden (DE).

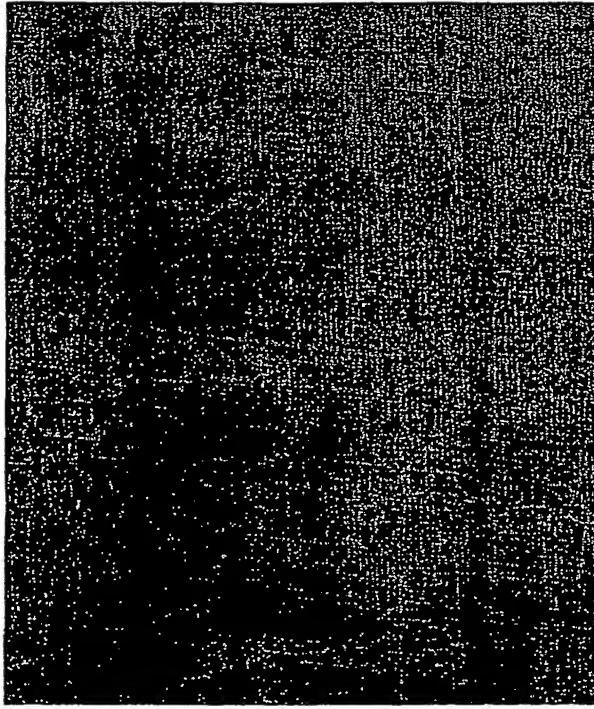
(81) Bestimmungsstaaten (*national*): BR, CN, JP, KR, RU, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: GUDGEON PIN BUSH



(54) Bezeichnung: KOLBENBOLZENBUCHSE



- 50µm -

Rauhigkeitskernprofils beträgt maximal 0,30 µm; der Materialanteil Mr1 des Rauhigkeitskernprofils beträgt maximal 8 %. Eine erfundungsgemäße Kolbenbolzenbuchse kann erhalten werden, indem

(57) **Abstract:** The invention relates to gudgeon pin bushes which find application in highly-stressed engines, with the problem of a tendency to pit, in particular in the middle regions (with relation to the radial axis of the bush), on starting the motor. According to the invention, said problem can be avoided whereby the friction surfaces of a gudgeon pin bush, at least in the high loading region, have the following parameters measured over the bush cross-section in the axial direction: the support percentage is a minimum of 99.0 % to a depth of at most 1.800 ?m, the depth of the roughness core profile is at most 0.30 ?m, the proportion of the material Mr1 of the roughness core profile is at most 8 %. Said gudgeon pin bush can be obtained by means of a finishing for the bearing surface of the gudgeon pin bush using a surface machining method.

(57) **Zusammenfassung:** Bei Kolbenbolzenbuchsen, die in hochbelasteten Motoren eingesetzt werden, tritt das Problem auf, dass die Kolbenbolzenbuchse insbesondere im mittleren Bereich (bezogen auf die Radialachse der Buchse) beim Einlaufen des Motors zum Einfressen neigt. Erfindungsgemäß wird dieses Problem vermieden, wenn die Gleitschichtoberfläche einer Kolbenbolzenbuchse zumindest im Hauptlastbereich, gemessen über den Buchsenquerschnitt in axialer Richtung, folgende Parameter aufweist: in einer Tiefe von maximal 1,800 µm beträgt der Traganteil minimal 99,0 %; die Tiefe des

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

JP, KR, RU, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR)

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten BR, CN, JP, KR, RU, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR)*
- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten BR, CN,*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweiibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Kolbenbolzenbuchse****Beschreibung**

Die Erfindung betrifft eine Kolbenbolzenbuchse. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Kolbenbolzenbuchse.

Kolbenbolzenbuchsen sind Buchsen, die im kleinen Pleuelauge von Pleuelstangen für Verbrennungsmotoren vorgesehen sind. Bei hochbelasteten Motoren ist das Problem aufgetreten, dass die Buchse insbesondere im mittleren Bereich (bezogen auf die Radialachse der Buchse) beim Einlaufen des Motors zum Einfressen neigt.

Kolbenbuchsen können massiv aus einem Werkstoff sein oder eine Träger- und eine Gleitschicht aufweisen. Wenn im folgenden von Gleitschicht die Rede ist, wird damit auch der an der Innenfläche liegende Werkstoffabschnitt eine Massivkolbenbolzenbuchse gemeint.

In der Vergangenheit konzentrierte man sich eher auf das Problem der Krafteinlenkung und Spannungsverteilung im Bereich Kolben-Pleuel-Verbindung.

In der DE 30 36 062 C2 wird versucht, die Spannungsspitzen im oberen Bereich der Bolzennarben zu vermeiden, indem die Kante der Kolbenbolzenbohrung verrundet wird bzw. die Kolbenbolzenbohrung aufgeweitet wird.

Gemäß der DE 41 33 586 A1 werden örtliche Überlastungen der Kolbenlagerbuchse verhindert, indem die an die Stirnseiten angrenzenden Endbereiche der Pleuelstangenbohrung, d.h. des kleinen Pleuelauges nachgiebig gestaltet werden. Dazu werden entweder Entlastungsnuten eingearbeitet oder die Wanddicke minimiert.

In der DE 198 28 847 A1 wird eine ausreichende Lebensdauer der Kolbenbolzenbuchse bei höheren Betriebskräften dadurch erreicht, dass im Übergangsbereich zwischen den Scheitellinien der Buchse Materialverringerungen, insbesondere Durchbrechungen vorgesehen werden. Dadurch wird der Radialdruck auf den Bereich der Buchsenenden verlagert.

Gemäß der DE 100 29 950 A1 werden die Druckspitzen am äußeren Rand des Pleuelauges, die durch das Verbiegen des Bolzens bei Belastung hervorgerufen werden, dadurch aufgefangen, dass das Pleuelauge als Formbohrung gestaltet ist, die von der zylindrischen Form abweicht und zwar derart, dass sie der Verformung des Kolbenbolzens folgt. Die Verwendung einer Buchse soll dadurch überflüssig werden. Auch Entlastungsnuten, die aufwendig zu fertigen sind und daher teuer sind und die außerdem zu Ölverlust führen, werden überflüssig.

Auf eine Buchse zu verzichten hat aber auch Nachteile: Einerseits kann nur durch Einsatz einer Buchse eine optimale Reibpaarung zwischen Pleuel und Kolbenbolzen erreicht werden. Andererseits tragen die Buchsen auch dazu bei, die Fluchtung mit dem großen Pleuelauge auszurichten, in dem die Buchsen nach dem Einbau nachbearbeitet werden.

In der EP 0 716 240 B1 geht es darum, den Fresswiderstand eines Gleitlagers zu erhöhen. Dies wird dort durch eine definierte Oberflächenstruktur erreicht, die sich von der Lagerlegierungsschicht über die

Zwischenschicht bis in die Deckschicht fortsetzt. Diese Berg-Tal-Struktur mit bestimmten Bedingungen an die Berghöhe, die Zwischenschichtdicke und die Deckschichtdecke hat den Effekt, dass auch nach einem gewissen Abrieb Anteile der Deck- und Zwischenschicht zur Gleitoberfläche gehören und damit als Schmiermittel zur Verfügung stehen.

Gleitlager unterscheiden sich aber prinzipiell hinsichtlich Beanspruchungsart und Schmierungsbedingungen von Buchsen. Die Gleitlager sind druckölgeschmiert und aufgrund der großen Relativgeschwindigkeiten zwischen Welle und Lager bildet sich meist ein hydrodynamischer Schmierfilm aus. Im kleinen Pleuelauge hingegen kommt es zwischen Kolbenbolzen und Kolbenbolzenbuchse meist nur zu kleinen, oszillierenden Relativbewegungen, d.h. es kommt weitaus häufiger zu Mischreibungsbedingungen und dadurch zu Festkörperkontakt. Daher lassen sich die Erkenntnisse aus der EP 0 716 240 B1 nicht unmittelbar auf Buchsen, insbesondere Kolbenbolzenbuchsen übertragen.

Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe darin, eine Kolbenbolzenbuchse, die auch in hochbelasteten Motoren beim Einlaufen des Motors nicht zum Einfressen neigt, und ferner eine geeignetes Herstellungsverfahren bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch eine Kolbenbolzenbuchse gelöst, deren Gleitschichtoberfläche zumindest im Hauptlastbereich, gemessen über den Buchsenquerschnitt in axialer Richtung, folgende Parameterwerte aufweist:

- in einer Tiefe von maximal 1,800 µm beträgt der Traganteil minimal 99,0%;
- die Tiefe des Rauhigkeitskernprofils beträgt maximal 0,30 µm;

- der Materialanteil Mr1 des Rauhigkeitskernprofils beträgt maximal 8%.

Außerdem wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Gleitschicht der Kolbenbolzenbuchse durch ein Oberflächenbearbeitungsverfahren endbearbeitet wird.

Bei der Entwicklung der erfindungsgemäßen Kolbenbolzenbuchse hat sich erstaunlicherweise herausgestellt, dass dem Problem nicht alleine durch eine Optimierung des Lagerwerkstoffes bezüglich Zusammensetzung, Aufbau und Gefügestruktur beizukommen ist, sondern eine speziell gestaltete Oberflächentopographie zum Ziel führt. Stellt man Kolbenbolzenbuchsen mit der erfindungsgemäß definierten Oberflächenstruktur zur Verfügung, kann ein Fressen während der Einlaufphase wirkungsvoll verhindert werden.

Der Traganteil in einer gewissen Schnitttiefe lässt sich dadurch feststellen, dass z. Bsp. im Rahmen der Messung eines Rauhigkeitprofils Schichten im Zehntel-µm-Bereich sukzessive abgetastet werden und nach jedem Tastschritt festgestellt wird, wie hoch der Anteil an Vollmaterial an der Gesamtoberfläche ist. Einen Traganteil von 100 % erhält man unterhalb des tiefsten Tals des Rauhigkeitsprofils. Es hat sich herausgestellt, daß ein Fressen während der Einlaufphase verhindert wird, wenn schon in geringer Schnitttiefe der Traganteil möglichst hoch ist.

Ein weiterer Parameter zur Bestimmung der Güte der Gleitflächentopologie der Kolbenbolzenbuchse ist die Tiefe des Rauhigkeitsprofils, der sogenannte Rk-Wert. Trägt man die Schnitttiefe gegen den Materialanteil (auch Traganteil genannt) auf, hat man in der Regel einen Kurvenverlauf, der zwischen einem steilen Abfall bei kleinen Traganteilen und einem steilen Abfall bei hohen Traganteilen einen breiten, flachen Abschnitt aufweist. Die genaue Bestimmung des Rk-Wertes ist in EN ISO

13565-2 beschrieben. Sehr gute Ergebnisse bezüglich des fressfreien Einlaufens erreicht man bei den erfindungsgemäßen Kolbenbolzenbuchsen, wenn der Rk-Wert der Gleitschicht im Hauptlastbereich maximal 0,30 µm beträgt.

Auch die Bestimmung des Materialanteils Mr1 des Rauhigkeitskernprofils, der in Prozent angegeben wird und durch die Schnittlinie bestimmt ist, die die herausragenden Spitzen von dem Rauhigkeitskernprofil abtrennt, ist in EN ISO 13565-2 definiert. Mr1 sollte maximal 8% betragen. Vorzugsweise sollte Mr1 maximal 7% betragen.

Besonders bevorzugt sind Kolbenbolzenbuchsen, deren Gleitschichtoberfläche im Hauptlastbereich in einer Schnitttiefe von maximal 0,900 µm einen Traganteil von minimal 99,0 % aufweisen. Dabei hat es sich von Vorteil erwiesen, wenn der Rk-Wert der Gleitschicht im Hauptlastbereich maximal 0,15 µm beträgt.

Die erfindungsgemäßen Kolbenbolzenbuchsen können zusätzlich durch die Halbwertsbreite der Häufigkeitsverteilung des Rauhigkeitsprofils charakterisiert werden. Dazu wird die Häufigkeit von Bergen und Tälern der Gleitschichtoberfläche in Abhängigkeit von deren Höhenunterschied aufgetragen. Vorzugsweise beträgt die Breite der Verteilung bei halbem Maximum höchstens 0,20 µm, besonders bevorzugt sind höchstens 0,10 µm.

Erfindungsgemäß wird die Oberflächencharakteristik der zuvor beschriebenen Kolbenbolzenbuchsen dadurch hergestellt, dass sie durch Oberflächenbearbeitungsverfahren wie z.B. Hohnen, Reiben, Schleifen, Läppen, Kalibrieren, Polieren, Räumen, Feindrehen oder Erodieren auf das geforderte Oberflächenprofil endbearbeitet werden. Als besonders vorteilhaft hat sich das Plateauhohnen erwiesen, bei dem in mehreren Stufen die Oberfläche besonders eben gestaltet werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die erfindungsgemäße Kolbenbolzenbuchse eine Gleitschicht auf, die zumindest zuäußerst aus einer bleifreien Kupferlegierung besteht. Besonders bevorzugt sind die Systeme CuAl (Aluminiumbronze), CuZn (Messing) oder CuSnZn (Rotguß).

Die besonderen Vorteile der Gleitschichtoberfläche der erfindungsgemäßen Kolbenbolzenbuchse hinsichtlich ihres Widerstandes gegen Einlauffressen können sowohl mit heterogen aufgebauten Gefügestrukturen als auch mit homogen aufgebauten Gefügestrukturen erreicht werden. Dies ist besonders wichtig, wenn bei den Lagerwerkstoffen aus Umwelt- bzw. Fertigungsgründen auf das Legierungselement Blei verzichtet werden muß. Durch die spezielle Oberflächenstruktur können die fehlenden besonderen tribologischen Eigenschaften des Bleis zumindest kompensiert werden, d.h. auch ohne Blei als Legierungselement kommt es im Anwendungsfall zu keinem Einlauffressen.

Die Erfindung soll anhand der folgenden Diagramme und Abbildungen näher erklärt werden. Dazu zeigen:

Figur 1a das Rauigkeitsprofil einer ersten Kolbenbolzenbuchse,

Figur 1b den Materialanteil bei verschiedenen Schnitttiefen einer ersten Kolbenbolzenbuchse,

Figur 1c die Häufigkeitsverteilung der Rauigkeiten einer ersten Kolbenbolzenbuchse,

Figur 2a das Rauigkeitsprofil einer zweiten Kolbenbolzenbuchse,

Figur 2b den Materialanteil bei verschiedenen Schnitttiefen einer zweiten Kolbenbolzenbuchse,

Figur 2c die Häufigkeitsverteilung der Rauigkeiten einer zweiten Kolbenbolzenbuchse,

Figur 3a das Rauigkeitsprofil einer herkömmlichen Kolbenbolzenbuchse,

Figur 3b den Materialanteil bei verschiedenen Schnitttiefen einer herkömmlichen Kolbenbolzenbuchse,

Figur 3c die Häufigkeitsverteilung der Rauigkeiten einer herkömmlichen Kolbenbolzenbuchse,

Figur 4a eine Rasterelektronenmikroskopaufnahme der Gleitschichtoberfläche einer erfindungsgemäßen Kolbenbolzenbuchse und

Figur 4b eine Rasterelektronenmikroskopaufnahme der Gleitschichtoberfläche einer herkömmlichen Kolbenbolzenbuchse.

In Figur 1a ist das Rauigkeitsprofil einer ersten Kolbenbolzenbuchse dargestellt. Die Gleitfläche dieser ersten Kolbenbolzenbuchse wurde einer mechanischen Oberflächenglättung unterzogen. Die gesamte Taststrecke betrug 4,80 mm, die Gesamthöhe des Profils  $R_t$  (EN ISO 4287), liegt bei ca. 2  $\mu\text{m}$ . Die Oberfläche der Gleitschicht wurde sukzessive in 0,150  $\mu\text{m}$  Schnittiefenschritten ausgemessen. Bei jeder Schnitttiefe wurde der Traganteil bestimmt. Außerdem wurden die Werte  $R_k$  und  $Mr_1$  bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Wie in Tabelle 1 erkennbar, weist diese erste Kolbenbolzenbuchse bei einer Schnitttiefe von 1,800 µm einen Traganteil von 99,5 % auf. Außerdem hat ihre Gleitschichtoberfläche einen Rk-Wert von 0,26 µm und einem Mr1-Wert von 5,9%.

In Figur 1b ist die Schnitttiefe gegen den Traganteil aufgetragen. Aus dieser Verteilung ergibt gemäß EN ISO 13565-2 ein Rk-Wert von 0,26 µm.

In Figur 1c ist die Häufigkeit der einzelnen Unebenheiten aufgetragen. Diese Verteilung weist eine Halbwertsbreite von 0,18 µm auf.

Die durch die Figuren 2a-c und Tabelle 2 beschriebene zweite erfindungsgemäße Kolbenbolzenbuchse wurde durch Plateauhohnen endbearbeitet. Bei einer Schnitttiefe von nur 0,45 µm weist sie bereits einen Traganteil von 99,7 % auf. Ein Traganteil von 100 % wird bereits bei einer Schnitttiefe von 0,75 µm erreicht. Der Rk-Wert ist mit 0,11 µm viel geringer als bei der ersten Kolbenbolzenbuchse. Der Mr1-Wert ist mit 6,9 % hingegen höher. Die Halbwertsbreite der Häufigkeitsverteilung beträgt 0,08 µm und ist damit weitaus geringer als bei der ersten Kolbenbuchse. Es hat sich gezeigt, daß diese zweite Kolbenbuchse auch für den Einsatz bei höchsten Lasten optimal geeignet ist.

Zum Vergleich sind in den Figuren 3a, b und c sowie in Tabelle 3 die Messwerte für eine herkömmliche Kolbenbolzenbuchse dargestellt. Bei einer Schnitttiefe von 0,450 µm beträgt der Traganteil erst 4,7 %, bei einer Schnitttiefe von 0,900 µm 68,7 %, bei einer Schnitttiefe von 1,200 µm 90,0 % und bei einer Schnitttiefe von 1,800 µm 96,2 %. Erst bei einer Schnitttiefe von 2,400 µm wird die 99%-Grenze beim Traganteil überschritten. Der Rk-Wert ist mit 0,52 µm doppelt so groß wie bei der ersten erfindungsgemäßen Kolbenbolzenbuchse. Der Mr1-Wert ist mit

9,9 % viel höher als bei beiden erfindungsgemäßen Kolbenbolzenbuchsen. Die Halbwertsbreite der Rauhigkeits-Häufigkeitsverteilung ist mit 0,66 µm sogar mehr als 3-mal so groß wie bei der ersten erfindungsgemäßen Kolbenbolzenbuchse.

In den Figuren 4a und 4b sind Rasterelektronenmikroskopaufnahmen einer erfindungsgemäßen Kolbenbolzenbuchse (Figur 4a) und einer herkömmlichen Kolbenbolzenbuchse (Figur 4b) dargestellt. Die Oberfläche der Gleitschicht der erfindungsgemäßen Kolbenbolzenbuchse wurde durch Plateauhohnen endbearbeitet, so dass sich eine Oberfläche sehr geringer Rauhigkeit mit hohem Traganteil schon in geringer Schnitttiefe ergibt. Die Oberfläche der Gleitschicht der herkömmlichen Kolbenbolzenbuchse hingegen wurde durch grobes Hohnen bearbeitet. Dies führt zu einem ausgeprägtem Streifenmuster, das sehr große Rauhigkeiten aufweist. Diese führen insbesondere beim Einsatz der Kolbenbolzenbuchse in hochbelasteten Motoren zum Einfressen beim Einlaufvorgang.

Tabelle 1: Rk = 0,26 µm, Mr1 = 5,9 %

| Schnitttiefe | Traganteil |
|--------------|------------|
| 0,150 µm     | 14,6 %     |
| 0,300 µm     | 64,6 %     |
| 0,450 µm     | 85,3 %     |
| 0,600 µm     | 91,4 %     |
| 0,750 µm     | 93,7 %     |
| 0,900 µm     | 95,2 %     |
| 1,050 µm     | 96,2 %     |
| 1,200 µm     | 97,0 %     |
| 1,350 µm     | 97,8 %     |
| 1,500 µm     | 98,5 %     |
| 1,650 µm     | 99,1 %     |
| 1,800 µm     | 99,5 %     |
| 1,950 µm     | 99,8 %     |
| 2,100 µm     | 100,0 %    |
| 2,250 µm     | 100,0 %    |
| 2,400 µm     | 100,0 %    |
| 2,550 µm     | 100,0 %    |
| 2,700 µm     | 100,0 %    |
| 2,850 µm     | 100,0 %    |
| 3,000 µm     | 100,0 %    |

Tabelle 2: Rk = 0,11 µm, Mr1 = 6,9 %

| Schnitttiefe | Traganteil |
|--------------|------------|
| 0,150 µm     | 73,4 %     |
| 0,300 µm     | 99,2%      |
| 0,450 µm     | 99,7 %     |
| 0,600 µm     | 99,9 %     |
| 0,750 µm     | 100,0%     |
| 0,900 µm     | 100,0 %    |
| 1,050 µm     | 100,0 %    |
| 1,200 µm     | 100,0 %    |
| 1,350 µm     | 100,0 %    |
| 1,500 µm     | 100,0 %    |
| 1,650 µm     | 100,0 %    |
| 1,800 µm     | 100,0 %    |
| 1,950 µm     | 100,0 %    |
| 2,100 µm     | 100,0 %    |
| 2,250 µm     | 100,0 %    |
| 2,400 µm     | 100,0 %    |
| 2,550 µm     | 100,0 %    |
| 2,700 µm     | 100,0 %    |
| 2,850 µm     | 100,0 %    |
| 3,000 µm     | 100,0 %    |

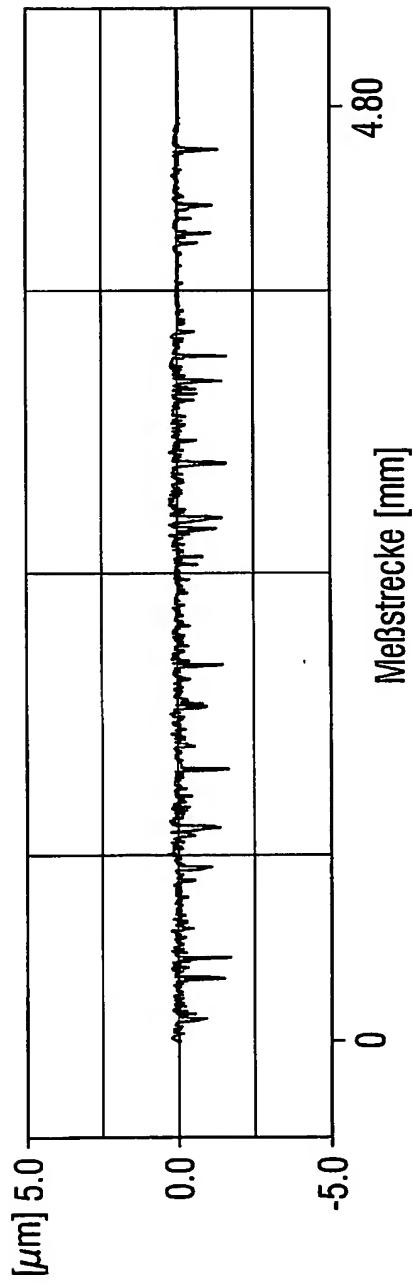
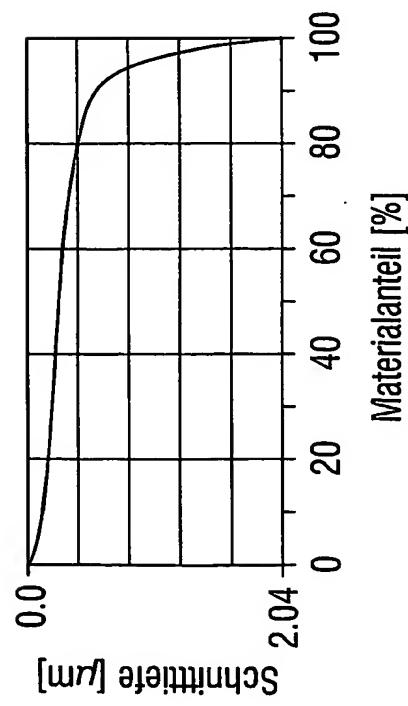
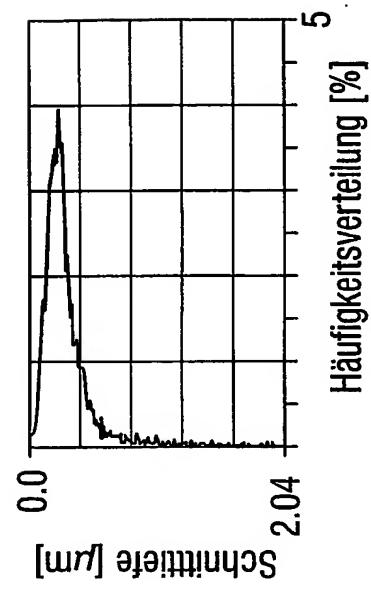
Tabelle 3: Rk = 0,52 µm, Mr1 = 9,9 %

| Schnitttiefe | Traganteil |
|--------------|------------|
| 0,150 µm     | 0,4 %      |
| 0,300 µm     | 1,1 %      |
| 0,450 µm     | 4,7 %      |
| 0,600 µm     | 17,8 %     |
| 0,750 µm     | 43,5 %     |
| 0,900 µm     | 68,7 %     |
| 1,050 µm     | 83,6 %     |
| 1,200 µm     | 90,9 %     |
| 1,350 µm     | 93,2 %     |
| 1,500 µm     | 94,3 %     |
| 1,650 µm     | 95,3 %     |
| 1,800 µm     | 96,2 %     |
| 1,950 µm     | 96,8 %     |
| 2,100 µm     | 97,7 %     |
| 2,250 µm     | 98,4 %     |
| 2,400 µm     | 99,1 %     |
| 2,550 µm     | 99,5 %     |
| 2,700 µm     | 99,7 %     |
| 2,850 µm     | 99,8 %     |
| 3,000 µm     | 99,9 %     |

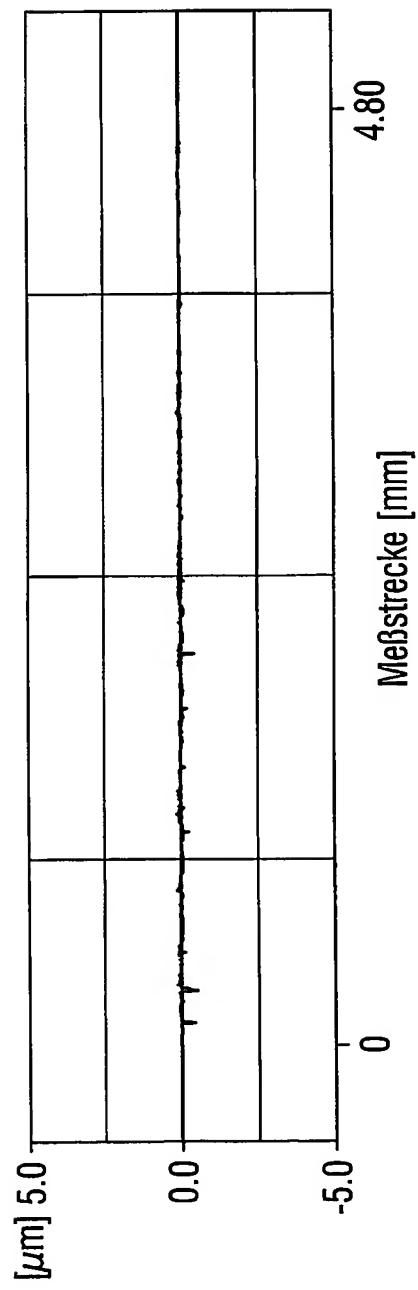
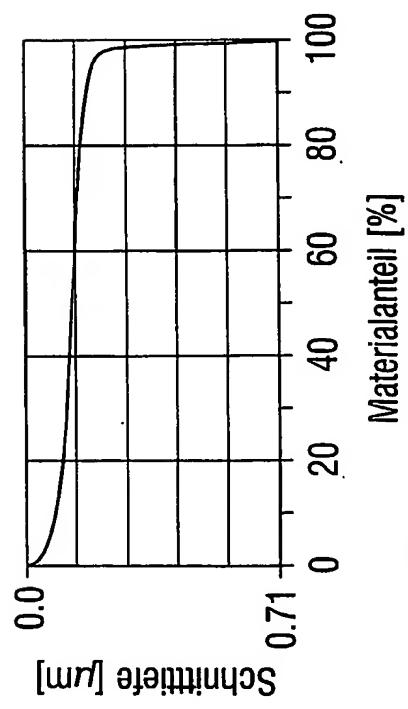
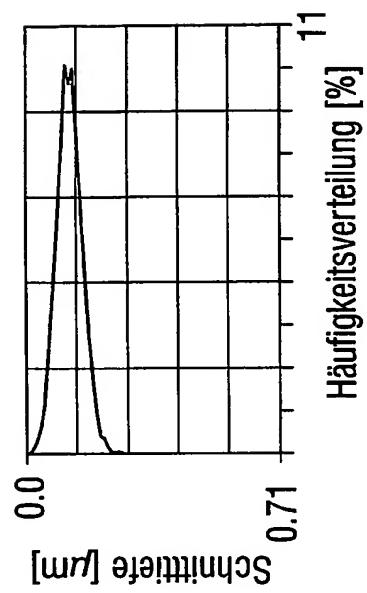
**Patentansprüche**

1. Kolbenbolzenbuchse, **dadurch gekennzeichnet**, daß deren Gleitschichtoberfläche zumindest im Hauptlastbereich, gemessen über den Buchsenquerschnitt in axialer Richtung, folgende Parameterwerte aufweist:
  - in einer Tiefe von maximal 1,800 µm beträgt der Traganteil minimal 99,0%;
  - die Tiefe des Rauhigkeitskernprofils beträgt maximal 0,30 µm;
  - der Materialanteil Mr1 des Rauhigkeitskernprofils beträgt maximal 8%.
2. Kolbenbolzenbuchse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Materialanteil Mr1 des Rauhigkeitskernprofils maximal 7% beträgt.
3. Kolbenbolzenbuchse nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer Tiefe von maximal 0,900 µm der Traganteil minimal 99,0% beträgt.
4. Kolbenbolzenbuchse nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tiefe des Rauhigkeitskernprofils maximal 0,15 µm beträgt.
5. Kolbenbolzenbuchse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gleitschicht aus einer bleifreien Kupferbasislegierung besteht.
6. Kolbenbolzenbuchse nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gleitschicht aus einer Kupfer-Aluminium-, einer Kupfer-Zink- oder einer Kupfer-Zinn-Zink-Legierung besteht.

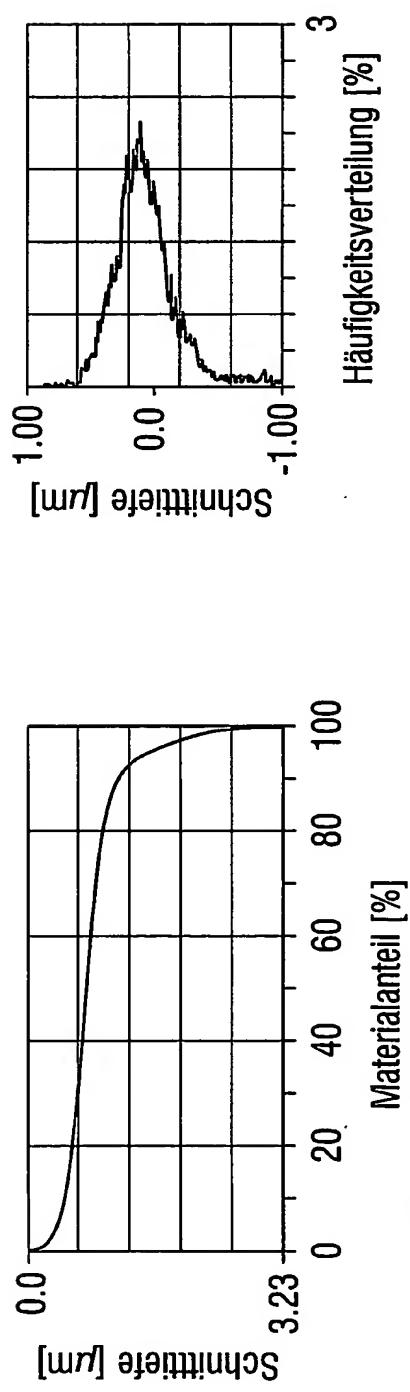
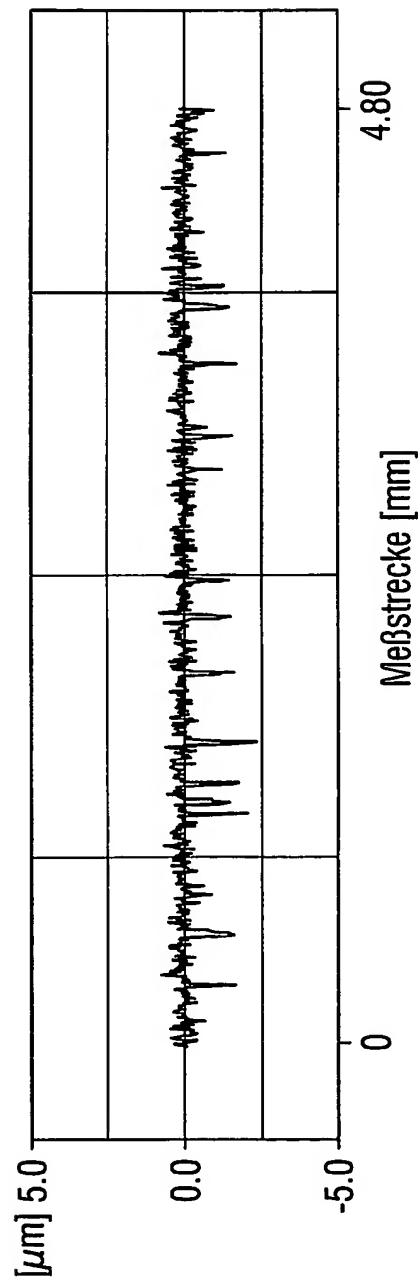
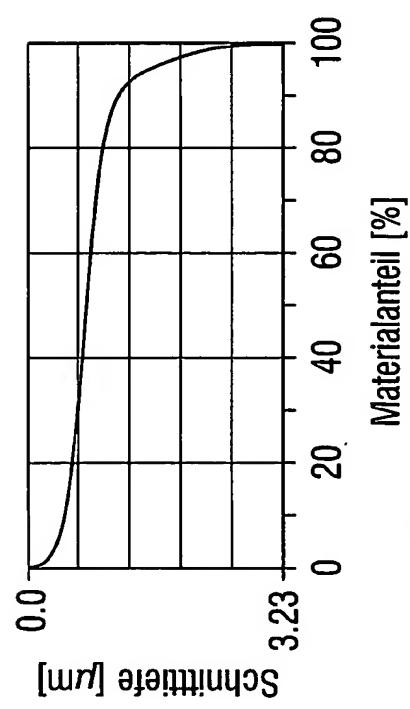
7. Kolbenbolzenbuchse nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Häufigkeitsverteilung des Rauhigkeitsprofils der Gleitschichttopographie eine Halbwertsbreite von maximal 0,20  $\mu\text{m}$  aufweist.
8. Kolbenbolzenbuchse nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Häufigkeitsverteilung des Rauhigkeitsprofils der Gleitschichttopographie eine Halbwertsbreite von maximal 0,10  $\mu\text{m}$  aufweist.
9. Verfahren zur Herstellung einer Kolbenbolzenbuchse nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gleitschicht der Kolbenbolzenbuchse durch ein Oberflächenbearbeitungsverfahren endbearbeitet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gleitschicht der Kolbenbolzenbuchse durch Plateauhohnen endbearbeitet wird.

**Fig. 1a****Fig. 1b****Fig. 1c**

2 / 4

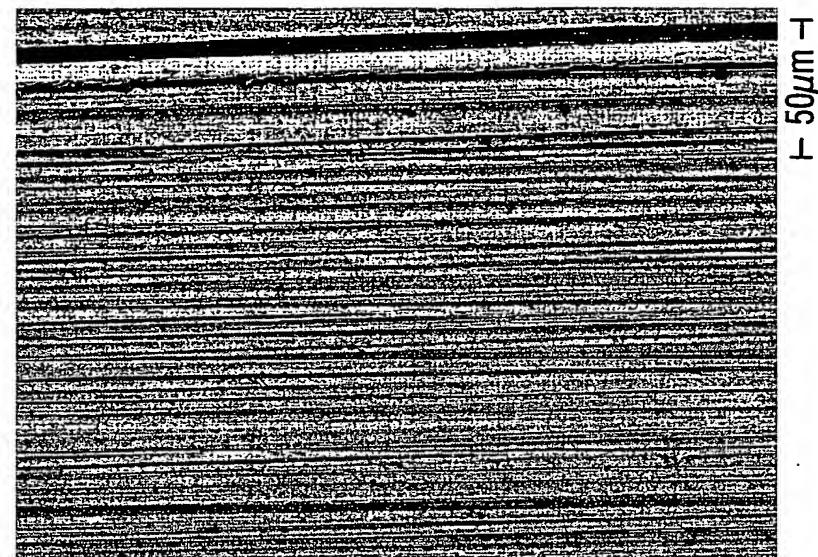
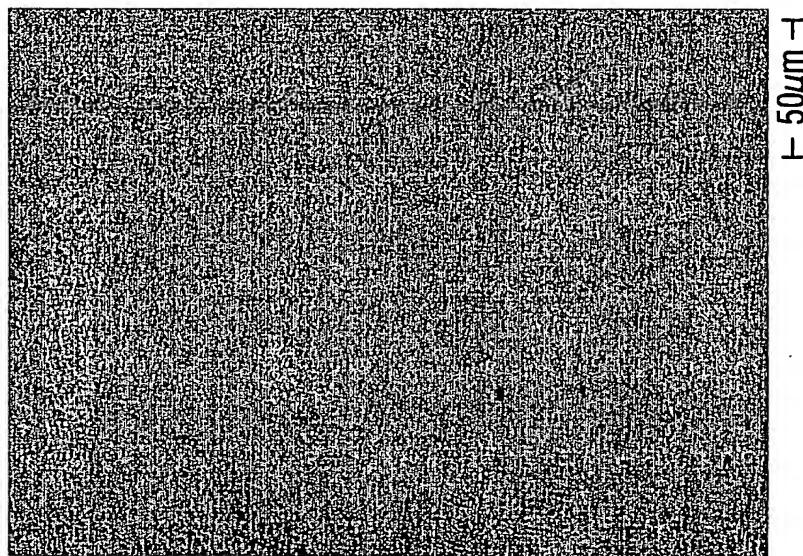
**Fig. 2a****Fig. 2b****Fig. 2c**

3 / 4

**Fig. 3a****Fig. 3b****Fig. 3c**

4 / 4

**Fig. 4a**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 03/02928

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F16J1/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F16J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages              | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A          | DE 37 28 847 A (NGK SPARK PLUG CO)<br>10 March 1988 (1988-03-10)<br>the whole document<br>----- | 1                     |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

10 December 2003

Date of mailing of the International search report

19/12/2003

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patenttaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

TERRIER D/L CHA..., J

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/02928

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|------------------|-------------------------|------------------|
| DE 3728847                             | A 10-03-1988     | DE 3728847 A1           | 10-03-1988       |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/02928

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F16J1/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F16J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A          | DE 37 28 847 A (NGK SPARK PLUG CO)<br>10. März 1988 (1988-03-10)<br>das ganze Dokument<br>-----    | 1                  |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*8\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

|   |  |
|---|--|
| Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche   | Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts        |
| 10. Dezember 2003   | 19/12/2003   |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>TERRIER D/L CHA..., J |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/02928

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 3728847   | A 10-03-1988                  | DE 3728847 A1                     | 10-03-1988                    |